

Mini-implanttikantoinen ylämolaarien intruusio etualueen avopurennan hoidossa: kirjallisuuskatsaus

Sampsa Knuutila

Hammaslääketieteen kandidaatti, lääketieteen kandidaatti

Opiskelijanumero: 014290149

Helsinki 24.4.2019

Syventävä tutkielma

sampsa.knuutila@helsinki.fi

Lähiohjaaja HLT, EHL Anu Kiukkonen

Vastuuohjaaja Professori David Rice

HELSINGIN YLIOPISTO

Lääketieteellinen tiedekunta, Cliniicum, Suu- ja leukasairauksien osasto, Ortodontia

HELSINGIN YLIOPISTO – HELSINGFORS UNIVERSITET

Tiedekunta/Osasto – Fakultet/Sektion – Faculty		Laitos – Institution – Department	
Lääketieteellinen tiedekunta		Clinicum, Suu- ja leikasairauksien osasto, Ortodontia	
Tekijä – Författare – Author			
Sampsa Knuutila			
Työn nimi – Arbetets titel – Title			
Mini-implanttikantoinen ylämolaarien intruusio etualueen avopurennan hoidossa			
Oppiaine – Läroämne – Subject			
Hammaslääketiede, Ortodontia			
Työn laji – Arbetets art – Level	Aika – Datum – Month and year	Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages	
Syventävä tutkielma	24.4.2019	25	
Tiivistelmä – Referat – Abstract			
<p>Tutkielma on kirjallisuuskatsaus ja se toteutetaan perehtymällä alan tutkimuksiin, tapauselostuksiin ja kirjallisuuteen. Tutkielman tarkoituksena on perehtyä ortodontiassa käytettyihin skeletaaliin ankkureihin, niiden asettamiseen sekä mini-implanttikantaiseen ylämolaarien intruusioon avopurennan hoidossa. Tutkielmassa esitellään etualueen avopurennan etiologia, esiintyvyys, diagnosointi ja hoito niin pysyvässä kuin maitohampaistossakin. Lisäksi kuvaillaan tarkasti skeletaalisten ankkurien asettaminen yläleukaan, kojejärjestelyt mini-implanttikantaisessa avopurennan hoidossa sekä alan tutkimustuloksia hoidon vaikutuksista ja stabiliteetista.</p> <p>Etualueen avopurenta on yksi vaikeimmiten hoidettavista purentapoikkeamista ja se vaikuttaa negatiivisesti potilaan sosiaaliseen, psykologiseen ja toiminnalliseen hyvinvointiin. Sen esiintyvyydessä ei ole suurta vaihtelua maailmanlaajuisesti. Avopurennan kehittymiseen vaikuttavat niin ulkoiset kuin geneettisetkin tekijät. Haitallisista tottumuksista tulee pyrkiä vieroittumaan ennen avopurennan kehittymistä ja purentaelimen asentoon haittaavasti vaikuttavat tekijät eliminoida. Avopurentaa voidaan hoitaa ortodonttisilla menetelmin sekä kirurgisesti.</p> <p>Skeletaaliset ankkurit ovat titaanisia leikaluihin kiinnitettäviä mini-implantteja tai -levyjä. Ankkuri asetetaan paikallispuudutuksessa hoitosuunnitelman mukaisesti kovaan suulakeen, poskiluun kaareen tai alveolin bukkaali- tai palatinaalipinnalle. Mini-implantti tai -levy toimii hampaisiin nähden absoluuttisena ortodonttisena ankkurina. Intrudoiva voima välitetään ylämolaareihin elastisilla kumivedoilla, nikkelititaanijousilla tai teräksisellä kojejärjestelyllä. Kojejärjestelyt ja retentiomenetelmät ovat hyvin monimuotoisia ja hoitoon yhdistetään usein myös muita purentapoikkeamia korjaavia komponentteja. Ylämolaareita voidaan intrudoida tehokkaasti skeletaalisten ankkureiden avulla. Mini-implanttikantoinen ylämolaarien intruusion tulokset avopurennan hoidossa ovat hyviä ja hoidolla voidaan korjata voimakkaitakin luustollisia etualueen avopurentoja. Hoidon stabiliteetista ei tällä hetkellä ole riittävästi laadukkaita tutkimuksia, mutta relapsitaipumus vaikuttaa nykyisen tietämyksen mukaan olevan samansuuruista kuin ortognaattisessa kirurgiassa sekä hoitomuodoissa, joissa ylämolaarien intruusioon yhdistetään muita ortodonttisia menetelmiä.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords			
Mini-implantit; Ortodonttiset mini-implantit; Intrusio; Avopurenta;			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information			

Sisällysluettelo

1 Johdanto	1
2 Kirjallisuuskatsaus	2
2.1 Skeletaaliset ankkurit	2
2.2 Avopurennan etiologia	3
2.3 Avopurennan esiintyvyys.....	8
2.4 Avopurennan diagnosointi.....	8
2.5 Avopurennan hoito.....	10
2.5.1 Avopurennan hoito maitohampaistossa	11
2.5.2 Avopurennan hoito vaihduntahampaistossa.....	12
2.5.3 Avopurennan hoito pysyvässä hampaistossa.....	13
2.6 Mini-implanttikantoinen ylämolaarien intruusio avopurennan hoidossa	15
2.6.1 Skeletaalisten ankkureiden asettaminen	15
2.6.2 Kojejärjestelyt.....	18
2.6.3 Mini-implanttikantoinen ylämolaarien intrusio tulokset.....	21
2.6.4 Mini-implanttikantoinen ylämolaarien intrusio stabiilitetti.....	23
3 Pohdinta	25
Lähdeluettelo	26
Liitteet.....	30

1 Johdanto

Purentapoikkeama voi aiheuttaa potilaalle sosiaalisia, psykologisia ja toiminnallisia ongelmia. (1) Suorat hampaat ja miellyttävä hymy luovat muissa positiivisia mielikuvia henkilön sosiaalisesta statuksesta, ystävällisyydestä ja älykkyydestä, kun taas ulkonevat hampaat yhdistetään negatiivisiin piirteisiin. Ilmiö toistuu kaiken ikäisillä ja kaikissa sosiaalisissa luokissa. Tulokset ovat yhteneväisiä myös suomalaisessa tutkimuksessa. (2,3) Avopurenta vaikuttaa mm. kasvojen korkeuteen ja on yksi sosiaaliseen ja emotionaaliseen hyvinvointiin negatiivisesti vaikuttavia parentapoikkeamia. (4,5) Avopurentaan liittyviä suun ja nielun toiminnan häiriöitä ovat infraokkluusio ja siihen liittyvä parentafunktion alenema, kielen kärjen tarkan tuntoaistin häiriö, puheentuottamisen häiriöt sekä ylähengitysteiden ahtautuminen. (6,7,8)

Avopurennan hoito on yksi vaikeimmin hoidettavista parentavirheistä ja sillä on suuri relapsitaipumus. Avopurennan ortodonttiset hoidot ovat moninaisia ja hoitoon kuuluu aina etiologisten syiden selvittely sekä hoito. Muutamina viimeisinä vuosikymmeninä tapahtunut edistys teknologiassa ja kliinisessä tutkimuksessa on johtanut mielenkiintoon skeletaalisten ankkureiden käytöstä ortodontiassa. (9) Skeletaalisilla ankkureilla tarkoitetaan luuhun asetettavia titaanisia mini-implantteja tai minilevyjä. Mini-implantin voi asettaa ortodontian erikoishammaslääkäri tai suu- ja leukakirurgi, mutta minilevyn asennus tehdään yleensä suu- ja leukakirurgin toimesta. Mini-implanttikantoisen ylämolaarien intruusion on osoitettu olevan tehokas hoitokeino voimakkaankin luustollisen avopurennan hoidossa. (10)

2 Kirjallisuuskatsaus

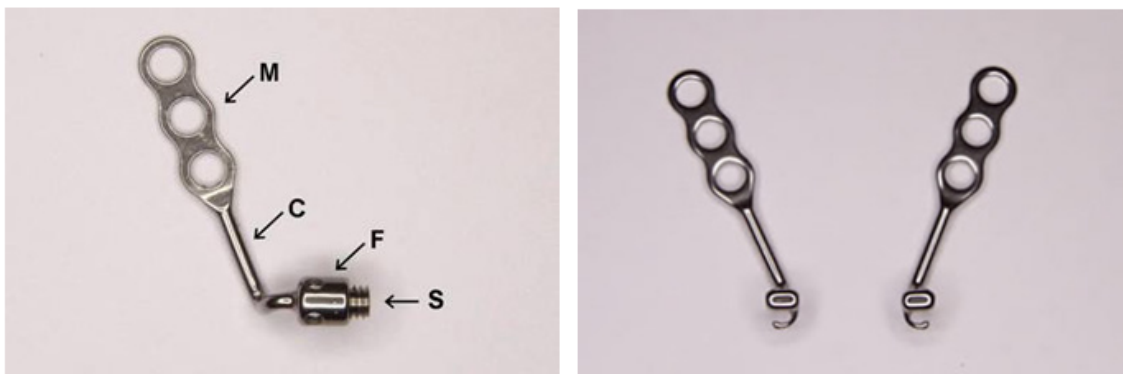
2.1 Skeletaaliset ankkurit

Dentaalisten implanttien menestyksekkäästä käytöstä on kokemusta jo vuosikymmenien ajan. 90-luvun vaihteesta alkaen luustoankkureita on käytetty myös ortodontiassa ja lukuisia eri tyyppisiä, muotoisia ja kokoisia luustoankkureita esiteltiin tutkimuksissa sekä tapausselostuksissa. Myöhemmin ortodonttisten luustoankkureiden käytössä ovat vakiintuneet väliaikaiset mini-implantit, -ruuvit ja -levyt, jotka eivät vaadi osseointegroitumista toimiakseen ankkurina. Luustoankkureilla saadaan aikaan hampaisiin nähden absoluuttinen ankkuripiste, jolla voidaan liikuttaa hampaita niin transversaali-, vertikaali- kuin sagittaalitasoissa. Osteotomioiden ja murtumien limakalvonlaiseen fiksaatioon tavallisesti käytettyjen minilevyjen käytöstä alamolaareiden intruusiossa raportoitiin ensimmäisen kerran vuonna 1999. Myöhemmin vuonna 2002 minilevyjen avulla intrudoitiin ylämolaareita menestyksekkäästi avopurennan hoidossa. Menetelmien esittelyn jälkeen on julkaistu lukuisia tutkimuksia ja tapausselostuksia eri tyyppisten, muotoisten ja kokoisten luustoankkureiden käytöstä osoittaen niiden käytön turvallisuuden ja tehokkuuden. (9,11)

Mini-implantti on pituudeltaan 6-12 mm ja paksuudeltaan 1,2-2 mm kokoinen titaaniruuvi. Titaani on kudoksia ärsyttämätön materiaali, joka ei aiheuta inflammaatiota tai kudosten neoplastisia muutoksia. (12) Mini-implantteja on itsestään kiertyvää ja itsestään porautuvaa tyyppiä. Itsestään kiertyvä mini-implantti vaatii esiporatun reiän, johon implantti asetetaan käsin ruuvaamalla. Itsestään kiertyvän implanttityypin käyttö voi olla eduksi kiinnitettäessä mini-implanttia alueelle, jossa kortikaalisen luun tiheys ja paksuus vaikeuttaa itsestään porautuvan mini-implantin käyttöä. Itsestään porautuvan mini-implantin kärki on kapeneva, leikkaava ja varren kierteet ohjaavat porautuessa syntyneen luupurun luun pinnalle. Itsestään kiertyvää mini-implanttia on saatavilla myös kärjestään kapenemattomana mallina. Mini-implanttityyppien välillä ei ole merkittävää eroa stabiliteetissa, mutta itsestään

porautuvan mini-implantin asennus on useimmissa tilanteissa helpompaa, nopeampaa ja sen käytöllä vältetään esiporauksen komplikaatioilta. Molemmissa mini-implanttityypeissä on transgingivaalinen kaulaosa, sekä pää johon voi kiinnittää kaarilangan, ligatuuran tai elastisen vedon. (13,14,15)

Minilevy on T:n, L:n, Y:n tai I:n muotoinen titaanilevy, jossa on reikiä minilevyn luuhun kiinnitystä varten sekä osa johon kojeen elastinen komponentti kiinnitetään. Minilevy kiinnitetään luuhun mini-implantin kaltaisilla titaanisilla ruuveilla. Suuonteloon jäävässä osassa on koukku tai muu osa mihin ligatuura tai elastinen veto voidaan kiinnittää. Nykyään yleisesti käytettyjä minilevytyyppejä ovat päästään C:n muotoinen, avoin levy sekä Bollard tyyppinen levy. (1,9,16)



Kuva 1. Bollard tyyppisiä minilevyjä

2.2 Avopurennan etiologia

Etualueen avopurenta voidaan määritellä ylä- ja alaleuan inkisiivien puuttuvana kontaktina, joka ilmenee negatiivisena vertikaalisena ylipurentana (VYP). Etualueen avopurenta vaikuttaa epäsuotuisasti kasvojen rakenteeseen, purentafunktion ja puheeseen. Ennen avopurennan hoitolinjan päätöstä tulee ymmärtää purentapoikkeaman etiologia, koska itse purentapoikkeaman korjaamisen lisäksi etiologiset tekijät tulee poistaa hoidon onnistumisen ja paremman retention saavuttamiseksi. Etualueen avopurennan etiologiaan vaikuttavat perinnölliset ja ympäristölliset tekijät. Purentapoikkeamien etiologia on yleensä monitekijäistä ja tekijät vaikuttavat sen hoidon ennusteeseen. Yleensä ottaen, mitä suurempi perinnöllisten

tekijöiden osuus avopurennan synnyssä on, sitä heikompi on ortodonttisen hoidon ennuste. (16)

Etualueen avopurenta voi olla dentaalista tai luustollista. Dentaalisella avopurennalla tarkoitetaan tilaa, jossa leukojen luiset rakenteet eivät ole poikkeavia tai poikkeamat eivät selitä avopurentaa, mutta hammaskaarten väliset vertikaaliset suhteet ovat poikkeavia negatiivisen VYP:n muodossa. Luustollisessa avopurennassa kefalometrisesti analysoidut leukojen vertikaaliset suhteet ovat poikkeavia. Maksillan ja mandibulan vertikaalinen kasvu sekä monet muut tekijät voivat aiheuttaa mandibulan taakse- ja alaspäin rotaatiota. Tämä ilmenee kefalometrisessä analyysissä avautuvana kasvusuuntana ja ulkoisessa tarkastelussa usein kuperana profiilina. Myös leukojen sagittaaliset suhteet voivat olla poikkeavia luustollisessa avopurennassa. Kuitenkin, etiologisten tekijöiden ollessa moninaisia ovat kefalometrinen analyysi ja avopurennan tarkka kuvaileminen vain työkaluja sen hoidossa. (1)

Leukojen vertikaaliset sekä anterioposterioriset suhteet ovat periytyviä. Avopurentaa ilmenee enemmän avautuvassa kasvumallissa, kuin sulkeutuvassa tai neutraalissa kasvumallissa. Etualueen avopurennan luustorakenteiden erityispiirteitä ovat suuri etukasvokorkeus, pieni takakasvokorkeus, suuri alaleuan goniaalikulma, antegonial notch, kondyylin taaksepäin kallistuminen ja symfyysin kapea, pisaramainen muoto. (16,17)

Imeskelytottumukset

Lapsen tapa imeä peukaloa tai tuttia jatkuvasti, yli kuusi tuntia päivässä pysyvien hampaiden puhjetessa ja puhjettua voi aiheuttaa hampaistollista etualueen avopurentaa. Imeskelytavat ovat etualueen avopurennan merkittäviä etiologisia tekijöitä. (16) Tutin käytöstä tulisi luopua toisen ikävuoden lopulla kokonaan. (18)

Sormien, kielen ja huulten imeskely alkaa jo kohdussa. Toimiva imemisfunktio on oleellinen rintaruokinnan kannalta. Imeminen tuo turvallisuuden tunnetta ja toimii kommunikaation välineenä vastasyntyneelle. Muiden kommunikoinnin muotojen kehittyessä imeskely lakkaa yleensä spontaanisti. (16)

Imeskely estää ja ohjaa mekaanisesti hampaiden puhkeamista. Imeskely ei aina johda avopurentaan ja sen syntymiseen vaikuttavat imeskelyn kesto, säännöllisyys ja voimakkuus. Yhdessä avautuvan kasvumallin kanssa imeskelyn vaikutus on suurempi avopurennan syntyyn. Hampaiston avopurennallisia muutoksia on nähtävissä 3-4-vuotiailla, mutta tässä vaiheessa imeskelyn lopettaminen palauttaa tilan normaaliksi. (1) Imeskelyn intervention tulisi tapahtua mahdollisimman aikaisin purentapoikkeaman synnyn estämiseksi ja palautumisen vuoksi.

Kypsästä nielemismallista poikkeava nieleminen, johon kuuluu kielen anteriorinen asento etuhampaiden välissä eli kielen tursotus on normaalia ennen ensimmäisen vaihduntavaiheen inkisiivien puhkeamista. Kypsä nielemismalli kehittyy tavallisesti 3-6 ikävuoden aikana, mutta 10-15 prosentilla nielemismalli säilyy infantiilia nielemismallia muistuttavana. Poikkeuksellisen nielemisen aiheuttamat, etualueen avopurentaa aiheuttavat voimat ovat kestoaltaan liian lyhyitä aiheuttaakseen purentapoikkeamia. Kielen tursotusta niellessä esiintyy kuitenkin 100%:lla etualueen avopurennassa. Poikkeuksellinen nielemismalli on kuitenkin fysiologista sopeutumista, jolla saadaan aikaan suun etualueen eristäytyminen nielusta nielemisrefleksin aikana. Kielen anteriorinen asento niellessä on siis seurausta etualueen avopurennasta, eikä sen syy. Kielen tursotus on yleisempää kuin etualueen avopurenta ja sitä esiintyy myös normaalin purennan yhteydessä, erityisesti lapsilla. (1)

Hengitysteiden ahtaus

Hengityksen toiminnan turvaaminen on pääasiallinen leukojen, kielen ja osaltaan myös pään asentoon vaikuttava tekijä. Tästä syystä poikkeava hengitys, kuten jatkuva suuhengitys aiheuttaa pitkäkestoisia leukojen kasvuun ja hampaiden asentoon vaikuttavia voimatasapainon muutoksia. Jatkuva suun kautta hengittäminen johtaa takahampaiden ylipuhkeamiseen ja suurentuneeseen etukasvokorkeuteen eli etualueen avopurennan hampaistollisiin ja luustollisiin piirteisiin. Jatkuva suuhengitys on seurausta nenän osittaisesta tai täydellisestä obstruktiosta, mutta suuhengitystä esiintyy myös yksilöillä, joiden nenän obstruktio on hoidettu, joten suuhengityksellä on myös

käyttäytymiseen liittyvä elementti. Nenän obstruktiota aiheuttaa monet tekijät. Nenän limakalvojen turpoaminen voi liittyä allergiaan tai krooniseen infektiin. Toistuvien tonsilliittien tai muiden syiden vuoksi suurentuneet kita- ja nielurisat ahtaavat nenän ilmateitä. Nenän väliseinien rakenteelliset poikkeamat, hypertrofia ja kasvaimet niin ikään ahtaavat nenän ilmateitä. (1)

Nenän tähytys on hyödyllinen ylimpien hengitysteiden tilavuuden ja ahtautumisasteen arviointiin. (19) Myös kallonlateraalikuva voi olla hyödyllinen nenän ja nielun hengitysteiden tilavuuden arviointiin. Nenän obstruktion asteen, suuhengityksen sekä purentapoikkeaman kehittymisen yhteyttä ei ole helppo tutkia ja tutkimusten mukaan yhteys ei ole niin selvä, kuin teoria ennustaa. (1)

Kasvojen lihastasapaino

Kasvojen lihakset indusoivat luunmuodostusta kiinnityskohdissaan, vastaten voimakkaampaan lihasten aktiivisuuteen. (20) Tämänkaltaisen luunmuodostus on tärkeä osa normaalia ylä- ja alaleukojen kasvua yhdensuuntaisten okklusaalitasojen saavuttamiseksi. Liian alhaisen lihasaktiivisuuden on esitetty aiheuttavan takahampaiden ylipuhkeamista ja siten avopurennan syntyä. (21) Purentalihasten heikkouden ajatellaan tavallisesti olevan prosessoitujen, helposti pureskeltavien ruokien seurausta. (20,22) Toisaalta purentalihasten heikkous voi olla avopurennan seurausta. Avopurennessa, purenna etualueen hampaiden proprioseptinen vaste puuttuu, mikä johtaa lyhympään ja heikompaan purentasykliin. (20,23)

Joissain neurologisissa sairauksissa esiintyy kielen yliaktiivisuutta, jonka johdosta inkisiivit voivat kallistua aiheuttaen avopurentaa. Nämä sairaudet voivat olla hankittuja, periytyviä tai osittain periytyviä. (16)

Ympäristön mekaaniset tekijät, jotka aiheuttavat pitkäkestoista ja säännöllistä painetta hampaiden pinnoille voivat aiheuttaa hampaistollista eli dentaalista avopurentaa. Tällaisia voimia aiheuttavat esimerkiksi huulten, poskien ja kielen asento sekä koko. Nämä fysiologiset voimat estävät ideaalitalanteessa myös purentapoikkeamien synnyn,

mutta voimien tasapainon pitkäkestoinen häiriintyminen voi johtaa hampaiden liikkumiseen. Hampaistollisen avopurennan syntyyn vaikuttavat tekijät voivat myös vaikuttaa leukojen luustosuhteisiin. Suuri kieli tai kielen virheellinen lepoasento, joka aiheuttaa anteriorisesti suuntaavia, jatkuvia, vastavoimia suurempia voimia etualueelle voi olla osana etualueen avopurennan synnyssä. (1)

Kasvojen alueen trauma

Dentaaliset traumat voivat aiheuttaa hampaiden ankyloitumista, sekä viivästynyttä, riittämätöntä tai ektooppista pysyvien hampaiden puhkeamista aiheuttaen etualueen avopurentaa. Leukojen murtumat ja lievemmat vammat voivat aiheuttaa purentapoikkeamia epäonnistuneen hoidon tai parantumisen vuoksi. Alaleukaan kohdistunut isku voi johtaa kondyyliin puutteelliseen tai pysähtyneeseen kasvuun. (19) Kondyylin epänormaali kehitys voi johtaa leukojen epäsuhtaiseen kasvuun ja avopurennan syntyyn. Maksillan Le Fort I tyyppinen murtuma voi aiheuttaa avopurentaa. Purentapoikkeama voi syntyä pitkänkin ajan kuluttua trauman tai sen hoidon jälkeen. (24,25)

Nivelreuma

Nivelreuma voi aiheuttaa avopurentaa leukanivelen tulehdusprosessin kautta. Nivelen aktiivinen tulehdusprosessi johtaa nivelen ja ympäröivien luisten rakenteiden tuhoutumiseen ja muodon muuttumiseen. Leukanivelen kulumisessa tapahtuva kondyylin madaltuminen johtaa retrognaattisen avopurennan syntyyn. (26) Lastenreuma vaikuttaa avopurennan syntyyn. Lastenreumassa kondyylien vaurioituminen johtaa leukanivelen rajoittuneeseen toimintaan. Edellämainitut lastenreuman seuraukset aiheuttavat alaleuan kasvun häiriöitä ja avopurentaa. (27)

Luustollisen kasvun häiriöt

Eräät syndroomat sekä kallon ja kasvojen epämuodostumat voivat aiheuttaa avopurentaa. Avopurentaan liitettyjä perinnöllisiä tiloja ovat kleidokraniaalinen dysostoosi ja Treacher Collinsin syndrooma. Treacher Collinsin syndroomaan liittyy pieni

alaleuka ja ylähengitysteiden ahtautuminen, joka voi johtaa suuhengityksen kautta avopurennan syntyyn. (16) Treacher Collinsin syndroomassa leukojen epämuodostumat johtuvat mutaatioista geenissä, joka ohjaa ensimmäisten ja toisten kiduskaarten kehittymistä sikiöillä. Ylä- ja alaleuan aiheet muodostuvat ensimmäisestä kiduskaaresta. (28) Kleidokraniaalinen dysostoosi aiheutuu mutaatiosta osteoblastien erilaistumiseen osallistuvassa geenissä ja aiheuttaa täten häiriötä luunmuodostuksessa. (29)

Hampaistokehityksen häiriöt

Amelogenesis imperfectan (AI) yhteydessä esiintyy muuta väestöä enemmän etualueen avopurentaa. Etualueen avopurentaa esiintyy 24-60%:lla AI:n yhteydessä. Yhteyden arvellaan olevan osittain perinnöllistä alkuperää ja eräät AI geenimutaatiot vaikuttavat myös pään ja kasvojen vertikaaliseen kasvuun. Hampaiden lisääntyneen sensitiivisyyden vuoksi kieli ohjautuu ylä- ja alahampaiden väliin suojaamaan vihlonnalta. Kielen asento hampaiden välissä toimii mekaanisena esteenä alveolin vertikaaliselle kasvulle, aiheuttaen avopurentaa. AI:n yhteydessä nähdään luustollisen avopurennan ja avautuvan kasvusuunnan piirteitä. (30)

2.3 Avopurennan esiintyvyys

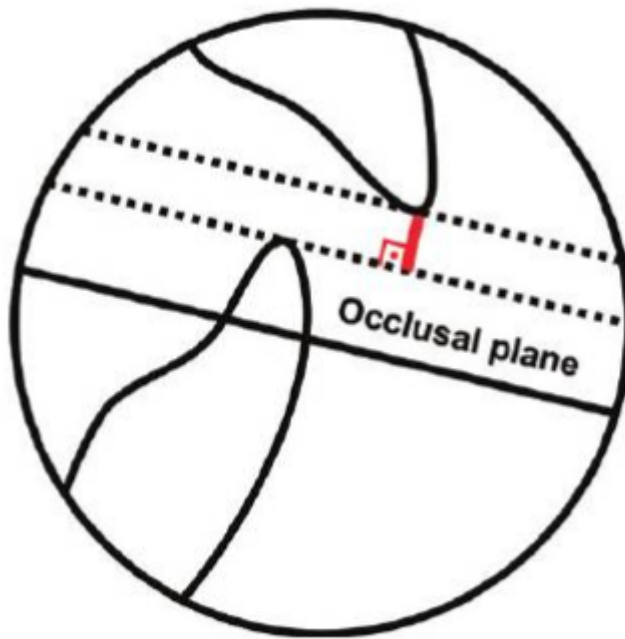
Avopurennan esiintyvyys vaihtelee kirjallisuudessa. Erään systemaattisen katsauksen mukaan avopurennan esiintyvyys pysyvässä hampaistossa on maailmanlaajuisesti 4,93%, eurooppalaisessa väestössä 4,92% ja kaukasialaisessa väestössä 4,52%. Vastaavat esiintyvyydet vaihtuvassa hampaistossa olivat 5,29%, 4,18% ja 3,7%. (31) Vaihtuvassa hampaistossa avopurennan esiintyvyydeksi on esitetty jopa 17%. (16)

2.4 Avopurennan diagnosointi

Avopurenta on purentapoikkeama, jossa vastakkaisten hammaskaarien hampaat eivät ole kontaktissa keskenään vaan hampaita yhteen purtaessa niiden väliin jää vertikaalinen aukko. (32) Kirjallisuudessa etualueen puuttuvaa kontaktia on kefalometrisesti mitattu alainkisiivien suuntaisen linjan kontaktierona sekä ylä- ja

alainkisiivien kärjistä mitatun N-Me-linjan suuntaisen vertikaalisen eron mukaisesti. Janson ja Valarelli esittävät teoksessaan tarkimmaksi tavaksi mitata avopurentaa tekniikan, jossa inkisiivien vertikaalista kontaktieroa mitataan linjassa, joka on kohtisuora toiminnalliseen okklusaalitasoon nähden. (Kuva 2.) Tämä tekniikka ei ole yhtä altis leukojen kasvusuunnan tai hampaiden kallistumisien aiheuttamille virhelähteille.

(16)



Kuva 2. Suositus vertikaalisen ylipurennan mittaamistavasta.

Dentaalisen ja luustollisen avopurennan erosta ei ole tarkkaa määritelmää, mutta luustollista avopurentaa leimaavat omat kliiniset ja kefalometriset piirteet. Kliinisessä tarkastelussa luustollisen avopurennan merkkejä ovat korkeat ja kapeat alveoliharjanteet ja suulaki, suuri mandibulan goniaalikulma, korkeat alakasvot sekä jännittynyt huulisulku. Mikäli luustollisen avopurennan etiologia on suuhengityksestä johtuvaa, voivat sierainaukot olla pienet. Luustollisen avopurennan diagnosoinnin ja hoidon suunnittelun vuoksi on syytä tehdä kefalometrinen analyysi, jossa määritetään takakasvokulma, palatinaalitaso ja mandibulan välinen kulma, etukasvokorkeus, dentoalveolaariset korkeudet sekä ylä- ja alakasvokorkeudet ja niiden suhteet. Avopurennalle tyypillisiä luustorakenteiden piirteitä ovat suuri etukasvokorkeus, pieni takakasvokorkeus, suuri mandibulan goniaalikulma, antegonial notch, taaksepäin

kallistunut kondyyli, kapea ja pisaramainen symfyysi sekä mandibulaarikanavan suora muoto. (Kuva 3.) (1,16,32)



Kuva 3. Luustolliselle avopurennalle tyypillinen kallolateraalinäkymä.

2.5 Avopurennan hoito

Etualueen avopurennan hoidossa hoitomuodon valintaan vaikuttaa purentapoikkeaman etiologia, retention ennuste, ko-operaatio sekä hampaiston ja luuston kehitysaste. Avopurennan etiologia on usein monitekijäistä ja hoitosuunnitelman laatiminen on joskus jopa moniammatillista joka voi vaatia ortodontin, suu- ja leukakirurgin, puheterapeutin, psykologin sekä korva-, nenä- ja kurkkutautien lääkärin osaamista.

Dentoalveolaarinen avopurenta johtuu tavallisimmin tutin tai sormien imeskelystä ja tilannetta komplisoi kompensatorinen kielen tursottava tai matala lepoasento.

Luustollisen avopurennan kehittymiseen vaikuttaa ennen kaikkea suuhengitys. Avopurennan hoidossa tulisi aina puuttua etiologisiin tekijöihin hyvän hoitotuloksen ja retention saavuttamiseksi. (16,32)

Avopurennan hoito on helpompaa maitohampaistossa sekä ensimmäisen vaihduntavaiheen aikana, koska suurimmassa osassa tapauksista avopurenta on tässä vaiheessa dentaalista, ilman merkittävää luustollista poikkeamaa. Avopurennan luustolliset piirteet lisääntyvät, mikäli dentaalista avopurentaa ei hoideta. Varhain kohdistetulla, etiologisiin tekijöihin puuttuvalla hoidolla on kuitenkin hyvä ennuste dentaalisen avopurennan hoidossa. Luustollisen avopurennan hoito on vaativampaa ja pitempiketoista. (32)

Tässä tutkielmassa käsitellään dentaalisia etualueen avopurennan hoitomuotoja sekä kuvaillaan tarkemmin ylämolaareiden mini-implanttikantoinen intruusio aikuisten avopurennan hoidossa. Hoito on kuitenkin aina yksilöllistä ja todellisuudessa menetelmiä yhdistellään ja muunnellaan tarpeen mukaan.

2.5.1 Avopurennan hoito maitohampaistossa

Imeskelytottumuksesta vieroittaminen

Sormien tai tutin imeskelytapa on pienillä lapsilla normaalia, mutta tottumuksesta tulisi pyrkiä eroon ennen pysyvien inkisiivien puhkeamista, jotta vältytään avopurennan muodostumiselta tai saavutetaan normaalin okklusion palautuminen. Tottumuksen poistamiseen tähtäävinä keinoina toimii vanhempien ohjaus, palkitsemisstrategiat sekä vaikeimmissa tapauksissa jopa psykologin apu. (1,16,33)

Suun sisäisenä imeskelyn muistutteenä voi toimia muun oikomishoidon yhteydessä käytetty palatinaalinen koje tai tarkoitusta varten tehty kielieste, ”tongue crib”. Sementoitavien kojeiden käytön edellytyksenä on moitteeton suuhygienia. Kooperaation riittäessä se voidaan asentaa myös maitohampaisiin tai rakentaa

irroittettavaksi. Kieliesteen avulla imeskelytottumuksesta onnistuvat vieroittumaan 85-90% potilaista jo muutaman viikon kuluessa. (1,16)

Suuhengityksen hoito

Suuhengityksen syynä on yleensä nenän ilmateiden ahtautuminen. Syitä nenän tukkeutumiselle ovat esimerkiksi allerginen nuha, suuret kita- tai nielurisat, nenän väliseinän vinous sekä nenäpolyypit. (34) On tärkeää hoitaa suuhengityksen syy avopurennan hoidon yhteydessä, jotta sen relapsoitumiselta vältytään. Suurentuneiden risojen ja avopurennan yhteys on osoitettu. Tonsillektomian on osoitettu parantavan kielen lepoasentoa ja lisäävän takakasvokorkeutta. (35) Osalla potilaista suuhengitys jatkuu ilmateiden ahtauden hoidon jälkeen. Hyvää huulisulkua tulee harjoitella ja tarvittaessa ohjata potilas puheterapiaan tai fysioterapeutin ohjaamaan hengitysterapiaan. (16)

2.5.2 Avopurennan hoito vaihduntahampaistossa

Hampaiden poisto

Avopurentaa voidaan hoitaa yläleuan 1. molaarien tai 2. premolaarien poistolla. Purenta sulkeutuu, kun poistetuista hampaista nähdessä posterioriset hampaat mesialisoidaan ortodonttisin menetelmin. Posterioristen hampaiden mesialisoinnin johdosta alaleuka kiertyy sulkien purentaa. Mesialisointi aiheuttaa myös ns. ”Drawbridge”-efektin, jossa avopurennessa usein kallistuuneet inkisiivit suoristuvat, sulkien purentaa. Kasvavilla potilailla aikaisten molaarikontaktien eliminointi poistoilla auttaa avautuvan kasvusuunnan korjaamisessa. Yläleukojen 1. molaarien tai 2. premolaarien poistaminen voi olla hyvä vaihtoehto, mikäli avopurennan yhteydessä esiintyy hammaskaarten ahtautta jotta hammaskaarella on tilaa inkisiivien suoristumiselle ja takahampaiden mesialisoitumiselle. (16,38)

Posteriorinen bite-block

Posterior bite-block on takahampaiden okklusaalipinnalle asennettava akryylinen purentaeste. Bite-blockin vaikutukset perustuvat lihasaktiivisuuteen, jolla saadaan aikaan ylä- ja alaleuan takahampaiden intruusiota ja tämän seurauksena mandibulan kiertyminen kiinni ja avopurennan sulkeutuminen. (38)

High-pull ekstraoraaliveto yhdistettynä palatinaalikaareen

High-pull ekstraoraalivedolla saadaan aikaan ylämolaarien intruusiota, sekä maksillan vertikaalisen kasvun hidastumista. (39) High-pull veto aiheuttaa ilman palatinaalikaarta kuitenkin intruusion lisäksi molaareihin kohdistuvia bukkaalisesti kallistavia voimia. Palatinaalikaarta voidaan käyttää estämään ylämolaarien bukkaalista kallistumista sekä lisäämään intruusiovoimia. Mikäli palatinaalikaari asennetaan, niin ettei se ole kontaktissa suulaen kanssa, aiheuttaa kieli kaaren välityksellä molaareita intrudoivia vertikaalisia voimia. (38,40)

2.5.3 Avopurennan hoito pysyvässä hampaistossa

Avopurennan hoito on aina potilaskohtaista. Dentoalveolaarista avopurentaa voidaan hoitaa ortodontisilla menetelmillä, mutta skeletaalisen avopurennan hoito vaatii usein yhdistettyä ortodonttis-kirurgista hoitoa. Hoitolinjan valintaan vaikuttaa erotusdiagnoosiikan lisäksi myös potilaan oma halu, tarpeet ja yhteistyökyky. Avopurennan hoidon kannalta keskeisiä ortodonttisia menetelmiä ovat takahampaiden intruusio ja etualueen hampaiden ekstruusio, jonka tiedetään olevan helposti relapsoituva. (36,37) Kuten maitohampaistossakin, avopurennan hoitoon pysyvässä hampaistossa kuuluu etiologisten tekijöiden hoito. (16,38) Mini-implanttikantoinen ylämolaarien intruusio on yksi avopurennan hoitomuoto pysyvässä hampaistossa ja se käsitellään tässä tutkielmassa laajemmin omana osuutenaan.

Avopurennan hoito kiintein kojein

Inkisiivien ekstruusio voidaan toteuttaa monella eri tavalla ja menetelmän valintaan vaikuttaa purentaluokka, negatiivisen VYP:n suuruus sekä inkisiivien kallistuskulma. Yhteistä kaikille menetelmille on kuitenkin kiinteiden kojeiden käyttö. Intermaksillaarivedossa kiinteisiin kojeisiin asennetaan ekstrudoitavien hampaiden kohdalle elastiset kumivedot. Inkisiivien ekstrudointi voidaan myös toteuttaa ilman leukojen välisiä kumeja, jolloin posteriorisemmat hampaat toimivat suhteellisina ankkureina. Ilman intemaksillaarisia kumeja tehtävässä ekstrudoinnissa ekstrudoivat voimat aiheuttaa vahva kaarilanka. Kaarilankoihin voidaan yhdistää myös Speen kurvaa luovia voimia, jolloin sekä ylä-, että alapremolaarit intrudoituvat. (16,38) Luustollisen avopurennan hoitoa ei tulisi tehdä kiintein kojein, mutta se on soveltuvaa dentoalveolaarisen avopurennan hoidossa. (40) Avopurennan hoito kiintein kojein tiedetään olevan helposti relapsoituva. (36,37)

Ortognaattinen kirurgia

Ortognaattinen kirurgia on ortodontin sekä suu- ja leukakirurgin yhteistyötä. Ortognaattisessa kirurgiassa ylä- tai alaleukaa pystytään siirtämään kokonaisuutena tai osissa, niin että hammaskaaret asettuvat haluttuun okkluusioon. Ortodonttisen hoidon tavoitteena ennen kirurgiaa on hampaistokompensaatioiden purku, jotta leikkauksen jälkeen hammaskaaret sopivat suunnitellulla tavalla toisiinsa. Ortodonttinen hampaiden siirto tulisi pitää vähäisenä lähtötilanteeseen nähden paremman stabiliteetin saavuttamiseksi. Ortognaattisella kirurgialla pystytään myös vaikuttamaan kasvun päätyttyä luustorakenteisiin, jotka eivät ole hoidettavissa ortodonttisella hoidolla. Avopurennan hoidossa voidaan manipuloida yhdessä tai erikseen ylä- ja alaleuan asentoa. Leikkaus suoritetaan sairaalassa yleisanestesiassa.

Avopurennan hoidossa yläleuan asentoa tavallisesti muutetaan Le Fort I-osteotomialla. Jos purentatasot etualueella ja sivualueilla ovat eri tasoilla tai yläinkisiivit ovat kallistuneet voimakkaasti, joko palatinaalisesti tai labiaalisesti, voidaan Le Fort I

osteotomia tehdä kolmessa osassa eli segmenteissä. Leikkauksessa yläleuka irroitetaan kasvojen muista luista suun sulkuksen tasolta. Yläleuka siirretään haluttuun asentoon sekä kiinnitetään kasvojen luihin titaanilevyillä ja -ruuveilla. Mikäli Le Fort I-osteotomialla ei yksinään ole saavutettavissa haluttua okkluusiota tai esteettistä tulosta, voidaan leikkaukseen yhdistää alaleuan bilateraalin ”sagittal split”-osteotomia (BSSO). BSSO -leikkauksessa alaleuka katkaistaan hallitusti ramusten kohdalta ja tuodaan haluttuun asentoon. Asento varmistetaan titaanilevyillä ja -ruuveilla. (11,16)

2.6 Mini-implanttikantoinen ylämolaarien intruusio avopurennan hoidossa

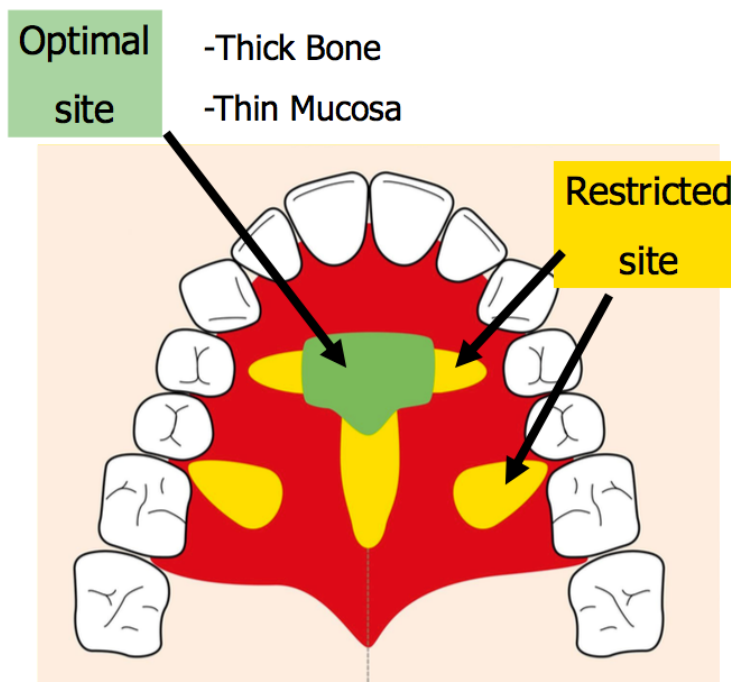
Avopurentaa voidaan sulkea skeletaaliankkureihin tukeutuen. Tavoitteena on intrudoida molaarialueita ja näin mahdollistaa alaleuan kiertyminen kiinni ja avopurennan sulkeutuminen.

2.6.1 Skeletaalisten ankkureiden asettaminen

Bukkaalinen mini-implantti asetetaan paikallispuudutuksessa yleensä ilman limakalvon avaamista, bukkaalisesti maksillan kiinnittyneen ja kiinnittymättömän ikenen rajaan ylämolaarien tai toisen premolaarin ja ensimmäisen molaarin juurten väliin tai niistä kraniaalisesti. (16) Toisten premolaarien ja ensimmäisten molaarien juurten välinen tila on tutkimusten mukaan parempi sijainti mini-implantin asettamiselle molaarien juurten väliseen tilaan nähden. (41) Toivotun ylämolaari-intruusion vuoksi saatetaan kuitenkin haluta asettaa mini-implantti ylämolaareiden väliin ja siksi on mahdollista sekä suositeltavaa kallistaa ylämolaarien juuria ortodonttisesti ennen mini-implantin asentamista, jotta juuriin kohdistuvilta komplikaatioilta välttyään. (1) Optimaalinen kulma mini-implantille on 30-45 astetta kraniaalisuuntaan okklusaalitasoon nähden juurikomplikaatioiden ja poskionteloperforaation välttämisen sekä mini-implantin pysyvyyden kannalta. (42) Bukkaalisten mini-implanttien haittapuolia ovat mahdollinen hampaan kiinnityskudoksen tai juuren vaurio, bukkaalisen korteksin vaihtelevat pehmyt- ja kovakudos olosuhteet ja niiden arvioimisen vaikeus sekä alveoliin

asetettujen mini-implanttien keskimääräinen 16,1 %:n irtoamisaste. Juurten väliin asetettaessa mini-implantin tulee myös olla riittävän kapea, jolloin ruuvien katkeamisen riski kasvaa. (41,43)

Mini-implantit voidaan asentaa myös palatinaalisesti, erikseen tai yhdessä bukkaalisten mini-implanttien kanssa. Mini-implantti asetetaan samanlaisessa toimenpiteessä kuin bukkaalinen mini-implantti, mutta kohtisuorasti luuhun nähden. Palatinaalisia mini-implantteja voidaan käyttää molaarien intrudoimiseen sekä palatinaalisena vastavoimana bukkaaliselle kallistumiselle, mikäli samanaikaisesti käytetään bukkaalisia mini-implantteja. Mini-implanttien ihanteellista sijoituspaikkaa laajasti tutkineet Ludwig B et. al suosittelevat kovaan suulakeen asetettavien mini-implanttien sijainniksi T:n muotoista aluetta, jossa kortikaalisen luun paksuus ja etäisyys mahdollisesti vaurioituvista anatomisista rakenteista ovat riittävät. Mini-implantit voidaan asettaa keskisaumaan ja myös siitä lateraalisesti kuvan 4 mukaisesti. Kortikaalisen luun paksuus on tämän alueen sisällä huomattavasti maksillan bukkaalista korteksia paksumpaa sekä tiheämpää ja siihen voidaan asettaa turvallisesti paksumpia, 9-11 mm pituisia mini-implantteja. Kovaan suulakeen voi asettaa mini-implantin myös alveoliharjanteelle toisten premolaarien ja ensimmäisten molaarien juurten väliin. Kirjoittajat toteavat kuitenkin tuoreemmassa artikkelissaan, että vain mediaalinen asettaminen on mahdollista kovan suulaen posteriorisessa osassa puutteellisen luun paksuuden ja tiheyden vuoksi. On esitetty, ettei mini-implanttia tulisi asettaa suulaen keskisaumaan kasvavilla potilailla, koska sauman luutumisen jatkuu vielä yli 20-vuotiaana, (13) mutta Ludwig B et. al toteavat ettei keskiviivaan tai siitä paramediaalisesti asetettujen mini-implanttien välillä ole eroja implantin stabiliteetissa edes lapsilla tai nuorilla. Palatinaalisesti asetettujen mini-implanttien stabiliteetti on erittäin hyvä ja tutkimuksissa on nähty jopa 100%:n pysyvyyttä kovan suulaen etuosaan asetetuissa implanteissa. (43,44)



Kuva 4. Mini-implantin suositellut asettamispaikat kovassa suulaessa.

Minilevy kiinnitetään yläleuassa tyypillisesti poskiluun kaareen sekä maksillaan 2-3:lla titaanisella miniruuvilla. Minilevy voidaan asentaa ylämolaarien juurista kraniaalisesti, jolloin juurikontaktilta vältytään. Asentaminen tapahtuu paikallispuudutuksellisessa flap-leikkauksessa. Levyn muoto valitaan anatomian mukaan ja muotoillaan, niin että se istuu passiivisesti luun pinnalla kiinnityksen jälkeen. (1,9,16)

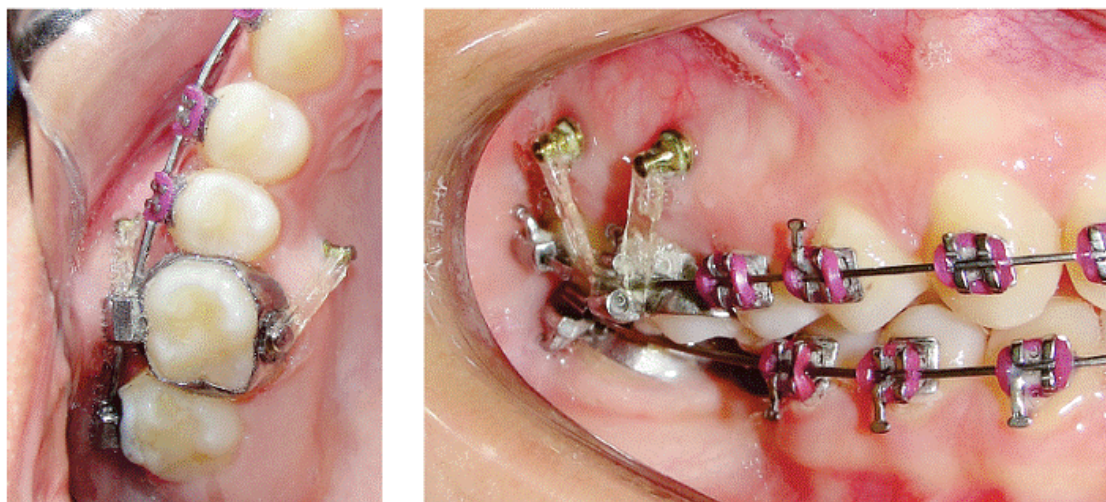
Mini-implantin voi asentaa sekä oikojahammaslääkäri tai suu- ja leukakirurgi. Minilevyn asennus tehdään yleensä suu- ja leukakirurgin toimesta suuremman invasiivisuutensa vuoksi. Ennen skeletaalisien ankkurien asennusta tulee tehdä ortodonttinen suunnitelma sekä radiologinen arvio komplikaatioiden välttämiseksi ja onnistuneen hoidon saavuttamiseksi. Ennen asennusta tulee käyttää klooriheksidiini suuhuuhdetta. Tarpeen mukaan käytetään esilääkitystä. Skeletaalisten ankkureiden käyttö on kontraindikoitu runsaasti tupakoivilla sekä luuston metaboliaan vaikuttavien sairauksien yhteydessä. (13)

Minilevyn ja mini-implantin käytöllä skeletaalisena ankkurina ei ole tilastollisesti merkittävää eroa hoidon onnistumisen välillä. Sen sijaan minilevyn asennukseen ja poistoon liittyy useita haittoja mini-implanttien käyttöön verrattuna. Kuroda et al.

tutkimuksessa kipua kokivat minilevyn asennuksen jälkeen lähes kaikki potilaat, mutta ilman flap-leikkausta asennetun mini-implantin saaneista potilaista vain puolet. Muita minilevyn potilaiden haittavaikutuksia, joita mini-implantti potilaat eivät kokeneet tai kokivat vain lievinä, olivat turvotus ja vaikeudet puhemisessa tai puremisessa. (45) Minilevyn asennus vaati kahden viikon ajan parantuakseen ennen kuin siihen voidaan kohdistaa ortodonttisia voimia limakalvon kivun vuoksi. Mini-implantit voidaan kuormittaa välittömästi asennuksen jälkeen. Minilevyn poisto vaatii flap-leikkauksen, altistaen potilaan samantlaisille, asennukseen liittyville haitoille, kun taas mini-implantin poisto on nopea ja yksinkertainen toimenpide, joka voidaan yleensä tehdä jopa ilman paikallispuudutusta. (9,13) Cornelis MA et al. mukaan oikojahammaslääkärit olettavat minilevyjen käytön koettua vaikeammaksi, mikä voi osaltaan vaikuttaa ankkurointimenetelmän valintaan. (46) Mini-implantit ovat muun muassa edellä mainituista syistä nykyään enemmän käytettyjä, mutta minilevyjen käytölle on yhä tapauskohtainen paikkansa.

2.6.2 Kojejärjestelyt

Bukkaalisesti asennettu skeletaalinen ankkuri saa molaarien intruusiossa aikaan hampaan bukkaalista kallistumista. Vain bukkaalisesti asennetulla ankkurilla ei voida saada aikaan täysin vertikaalista hampaan kiertymiskeskusteen kautta kulkevaa voimakomponenttia. Bukkaalinen veto hampaaseen saa aikaan kiertävän momentin, joka kallistaa hammasta. Tämän ilmiön ehkäisemiseksi voidaan asentaa skeletaalisen ankkurin kallistavaa voimaa vastustava koje. Tällaisena kojeena voi toimia esimerkiksi palatinaalikaari, palatinaalisesti asetettu mini-implantti tai maksillaa levittävä koje, jota saatetaan tarvita avopurennan yhteydessä usein esiintyvän kapean ylähammaskaaren hoidossa. Palatinaalinen mini-implantti tai palatinaalikaari voi myös lisätä ja tasapainottaa intruusiovoimaa. (1,13,16,38)

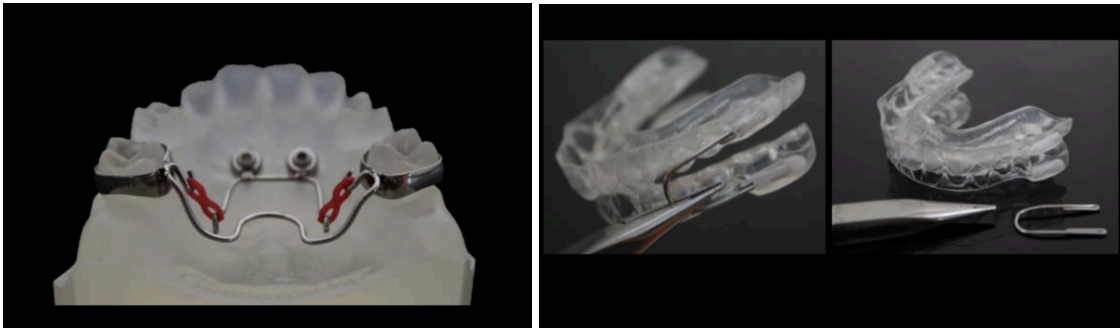


Kuva 5. Mahdollinen kojejärjestely ylämolaarien intrudoimiseksi.

Mikäli palatinaalinen mini-implantti tai implantit asetetaan suulaan anterioriseen osaan, voidaan niihin liittää jäykät varret jotka ulottuvat ylämolaareiden tasolle. Jäykät varret voidaan liittää esimerkiksi Beneplateen®, joka voidaan kiinnittää mini-implantteihin. Intrudoiva voima voidaan välittää molaareihin esimerkiksi mousetrap-kojeen avulla. Toinen tapa on kiinnittää kahteen anteriorisesti suulakeen asetettuun mini-implanttiin U:n muotoinen kaari, jonka varret ulottuvat molaarien tasalle. Varret toimivat absoluuttisina ankkureina elastisten kumivetojen tuottaessa hampaita intrudoivan voiman. Monia muuta tarkoitusta varten kehitettyjä kojeita voidaan myös muokata ylämolaareita intrudoivaksi. Esimerkiksi molaarien distaloimiseen tarkoitettuun Beneslider® -koje voidaan muokata intrudoivaksi. Osittaisilla, bukkaalisilla kiinteillä kojeilla voidaan jonkin verran hallita molaarin kallistumista. (13,43,47,48,49)



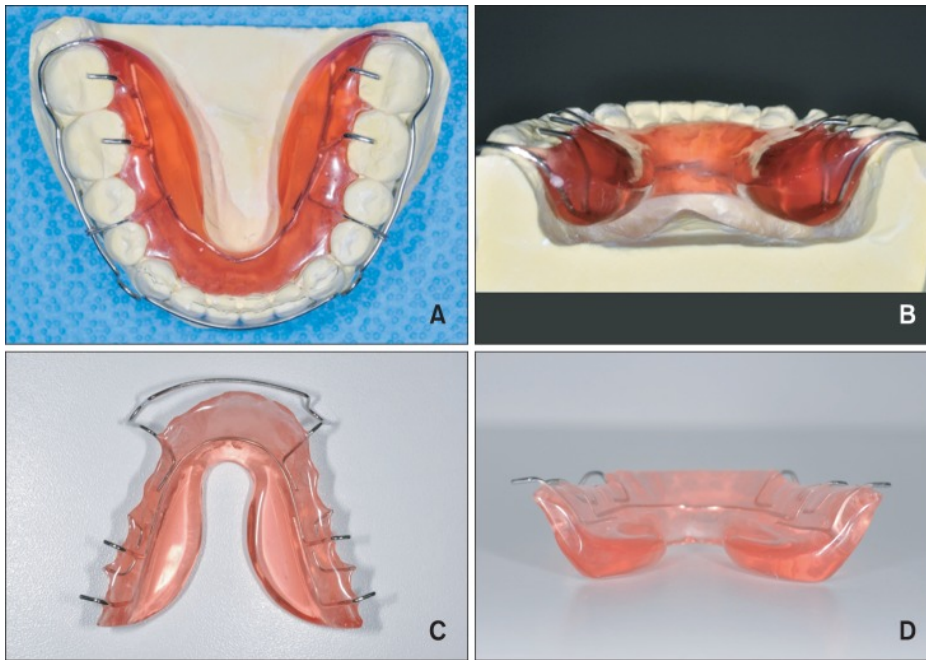
Kuvat 6. ja 7. Beneplate®, "Mousetrap"-koje ja palatinaalikaari d.16 intrudoimiseksi.



Kuva 8. B. Ludwigin U-kaarikojeistus ja retentiokoje

Kojeen molaariin kiinnitettävänä osana voi toimia braketti tai ortodonttinen rengas. Elastisena komponenttina implantin ja molaarin välillä voidaan käyttää nikkeli-titaani (NiTi) joustaa, elastista kumivetoa tai silmukoitua teräslankaa. NiTi-jousten käyttö on suositeltavaa niiden ajallisesti tasaisesti jakautuvan voiman vuoksi. Intrudoivan voiman tulisi olla kevyt ja jatkuva juuriresorption ehkäisemiseksi sekä mini-implantin pysyvyyden takaamiseksi. Suositeltava voima molaari-intruusiolle on 100-200 grammaa. Käytetyn voiman valintaan vaikuttaa myös käytetyn skeletaalisen ankkurin tyyppi ja kortikaalisen luun paksuus sen sijoituspaikassa. (1,13)

Tarvittaessa molaarien intrudoinnin jälkeen kaaret tasoitetaan kiinteillä kojeilla ja toteutetaan muu tarvittava ortodonttinen hoito. Implantteja voidaan tilanteen mukaan hyödyntää myös ylähammaskaaren horisontaalisten suhteiden muokkaamiseen. Retentiojakson pituudesta ei ole yksimielisyyttä ja kirjallisuudessa on esitelty useita retentiomenetelmiä kuten kielieste, palatinaalinen retentiolanka sekä kiennostaja, ”tongue elevator”. Tärkeää avopurennan hoidon retentiossa puuttua avopurennan etiologisiin tekijöihin. (1,13,50)



Kuva 9. "Tongue elevator" retentiokoje.

2.6.3 Mini-implanttikantoisen ylämolaarien intruusion tulokset

Mini-implanttikantoisen avopurennan hoidosta kaivataan lisää laadukkaampia tutkimuksia. Aiheesta ei ole satunnaistettuja kliinisiä tutkimuksia ja yhteisten mittaussuureiden puute vaikeuttaa avopurennan hoitojen tehojen vertaamista keskenään. Yleisiä puutteita mini-implanttikantoista avopurennan hoitoa käsittelevissä tutkimuksissa ovat hoitamattoman kontrolliryhmän puute, tekniikkojen kirjavuus, lyhyt seuranta-aika, pieni otoskoko ja hoitoon vaikuttavien sekoittavien tekijöiden suuri määrä. Edellä mainitut seikat ovat syynä mini-implanttikantoisen avopurennan hoidon tehon heikkoon kliiniseen näyttöön. (36)

Avopurennan korjaantumisen suhde molaarien intruusioon on noin 1:2, tarkoittaen että molaarien intruusio 1 mm verran pienentää VYP:aa noin 2 mm verran alaleuan rotaation ansiosta. (1,51) Vertailevia tutkimuksia intruusiomenetelmien välillä ei tätä tutkielmaa varten löydetty. Eräessä systemaattisessa katsauksessa tutkittiin ei-kirurgisia menetelmiä sisältävien ortodonttisten hoitojen vaikutusta molaarien intruusioon. (10) Katsauksen valintakriteerit täyttäviä artikkeleita löytyi vain yksi. Tämän retrospektiivisen tutkimuksen päätulos oli high-pull ekstraoraalivedolla saavutettu 0,96 mm ylämolaarien

keskimääräinen intruusio käytettäessä high-pull ekstraoraalivetoa 500g molemminpuolisella voimalla, 12 tuntia päivässä 6 kuukauden ajan. (52) Myöhemmin julkaistussa, vastaavaa vertailutasoa (palatinaalitaso) käyttäneen, mini-implanttikantoisen hoidon vaikutuksia käsitelleen retrospektiivisen tutkimuksen mukaan keskimäärin 1,31 vuodessa saavutettiin mini-implanttikantoisesti ensimmäisten molaarien 2,3 mm ja toisten molaarien 1,6 mm intruusio. Huomattavaa on, ettei tätäkään tutkimusta olisi sisällytetty em. systemaattiseen katsaukseen kontrolliryhmän puuttumisen vuoksi. (53) Tuloksista voidaan kuitenkin päätellä, että luustoankkureita käyttäen saavutetaan vähintään saman verran intruusiota ekstraoraalisiin kojeisiin nähden. Lisäksi luustoankkureita käytettäessä voidaan hampaisiin kohdistaa intruusiovoimia ympäri vuorokauden.

Avopurennan hoitoja vertailevassa tutkimuksessa, sekä kirurginen että mini-implanttikantoinen hoito todettiin tehokkaaksi keinoksi kasvojen vertikaalisten suhteiden muokkaamiseen sekä merkittävän avopurennan hoitamiseen. Mini-implanttikantoisella molaarien intruusiolla saatiin aikaan mandibulan kiertyvää sulkeutumista ja alakasvokorkeuden pienentymistä. Kirjoittajat uskoivat, että molaarien intruusio mini-implanttikantoisesti on kirurgiaa käyttökelpoisempaa merkittävän avopurennan hoidossa kirurgiaan liittyvien haittojen vuoksi. Lisäksi kirjoittajat uskoivat että mini-implanttikantoisesti voidaan saavuttaa kirurgiaan nähden toivotumpia hoitotuloksia kasvojen rakenteissa. (54)

Luustoankkureilla toteutetun molaari-intruusion vaikutuksia pysyvässä hampaistossa tutkineen systemaattisen katsauksen mukaan hoidolla voidaan saavuttaa mandibulan kiertymistä kiinni sekä profiilin kuperuuden ja huulten protrusion vähenemistä. Seitsemässä 12:sta katsaukseen sisällytetyistä tutkimuksista intruusio kohdistui vain ylämolaareihin. (55,56,57,58,59,60,61) Purennan sulkeutuminen (VYP kasvaminen) ja mandibulan autorotaatio oli merkittävää näissä tutkimuksissa. (taulukko 1.) Ylä- ja alamolaareiden samanaikainen intruusio lisäsi purennan sulkeutumista ja mandibulan autorotaatiota sekä lyhensi intruusion kestoa. Kirjoittajat toteavat, että ylämolaareiden intruusio ilman samanaikaista bite-blockin käyttöä voi johtaa alamolaareiden

ylipuhkeamiseen ja että sen käytöllä voidaan saada aikaan alamolaareiden intruusiota.
(36)

<i>Lähde</i>	<i>VYP ↑ (mm)</i>	<i>Käytetyt tasot</i>	<i>Mandibulan autorotaatio (°)</i>	<i>Ankkurin tyyppi</i>
<i>Akan et al. 2013 (63)</i>	4,79	GoGn/SN	3,79	Minilevy
<i>Ervedi et al. 2004 (64)</i>	3,7	GoGn/SN	1,7	Minilevy
<i>Ervedi et al. 2007 (65)</i>	5,1	GoGn/SN	3,0	Minilevy
<i>Scheffler et al. 2014 (66)</i>	2,2	GoGn/SN	1,2	Minilevy tai mini- implantti
<i>Foot et. al 2014 (67)</i>	3	MP/SN	1,2	Mini- implantti
<i>Hart et al. 2015 (68)</i>	3,8	MP/FH	1,1	Palat. mini- implantti
<i>Lee HA & Park YC 2008 (69)</i>	5,47	MeGo/SN	2,0	Mini- implantti

Taulukko 1. Ylämolaarien intruusion vaikutukset VYP kasvuun ja mandibulan autorotaatioon. Muokattu lähteestä Alsafadi et al. 2016 (36).

2.6.4 Mini-implanttikantoisen ylämolaarien intruusion stabiliteetti

Kirjallisuudessa todetaan yleisesti ylämolaarien intruusion stabiliteetista, ettei aiheesta ole tehty riittävästi laadukasta tutkimusta. Asiaa on käsitelty useissa tutkimuksissa, mutta niiden yleisiä ongelmia ovat seuranta-ajan lyhyys ja eri hoitomuotojen yhdistäminen, jolloin tuloksia ylämolaarien intruusiosta ei saada eristettyä. Yleisimpiä sekoittavia tekijöitä ovat hoitoon liittyvät premolaarien poistot tai samanaikainen alaleuan molaareiden intruusio. Tätä tutkielmaa varten löydettiin PubMedistä kaksi laadukasta tutkimusta, joissa muita samanaikaisia hoitoja ei ole tai niiden vaikutukset ovat pienet.

Eräaseen tuoreeseen etualueen avopurennan eri ei-kirurgisten hoitomuotojen stabiliteettia tutkineeseen meta-analyysiin sisällytettiin yksi ylämolaareiden intruusion stabiliteettia käsitellyt tutkimus. (62) Tässä tutkimuksessa 33 potilasta hoidettiin intrudoimalla ylämolaareita okklusaalisella taka-alueen splintillä ja luustoankkureilla. Purennan avautumista (VYP:n vähenemä) tapahtui kahdessa vuodessa 22%:lla ja intrudoitujen molaarien eruptiota 16%:lla. Purenta ei kuitenkaan avautunut yhdelläkään potilaista kahta millimetriä enempää ja luustolliset suhteet pysyivät lähes stabiileina. (58) Baek et. al tutkimusta ei sisällytetty meta-analyysiin, koska kolmella yhdeksästä potilaasta poistettiin myös premolaareita. Kirjoittajat toteavat, ettei ryhmien välillä ollut merkittävää eroa hoitotuloksissa, mutta eroja relapsitapumuksissa ei eritelty. Tutkimuksessa kolmessa vuodessa tapahtui VYP:n pienenemistä 17%:lla ja molaarien eruptiota 23%:lla. 80% molaarien eruptiosta tapahtui jo ensimmäisen vuoden aikana ja VYP:n pienenemisestäkin merkittävä osa, joka korostaa retention tärkeyttä tänä aikana. Luustolliset hoidon jälkeiset muutokset muistuttivat ortognaattisen kirurgian relapsitapahtumia. (63) Molemmissa tutkimuksissa todetaan relapsitapumuksen olevan saman suuruista ortognaattiseen kirurgiaan nähden. Tulokset ovat saman suuntaisia tutkimuksissa, joissa ylämolaarien intruusioon on yhdistetty muita hoitomuotoja. Eräässä useasti siteeratussa tutkimuksessa, jossa intrudoitiin sekä ylä- että alamolaareita tapahtui kahdessa vuodessa ylämolaarien eruptiota 22%:lla ja VYP:n pienenemistä 13%:lla. (64)

3 Pohdinta

Mini-implanttikantoinen ylämolaarien intruusio on varteenotettava hoitokeino etualueen avopurennan hoidossa. Mini-implanttikantaisesti voidaan hoitaa voimakastakin luustollista avopurentaa ja se on vaihtoehto ortognaattiselle kirurgialle sekä perinteisemmälle oikomishoidolle. Potilaan näkökulmasta kirurgiaan nähden mini-implanttikantaisen hoidon etuja voivat olla leikkauksen riskit, kustannukset, leikkaukseen liittyvä pidempi sairaalajakso sekä post-operatiiviset ongelmat. Skeletaalisten ankkureiden välillä ei ole merkittäviä eroja hoidon onnistumisen kannalta, mutta mini-implantin etuja minilevyyn nähden ovat vähemmän invasiivinen asettaminen, ankkurin välittömän kuormituksen mahdollisuus sekä palatinaalinen asettaminen. Toisaalta minilevyn voi asettaa korteksiltaan paksuun poskiluun kaareen, joka mahdollistaa voimakkaamman kuormituksen ainakin alveolille asetettuun mini-implanttiin nähden. Kojejärjestelyt ovat hyvin yksilöllisiä ja mini-implanttikantaisen intruusion kanssa voidaan samanaikaisesti hoitaa myös muita purentapoikkeamia. Kliininen näyttö skeletaalisten ankkureiden käytön tehosta avopurennan hoidossa on vahvistunut niiden käyttöön oton jälkeen, mutta tuoreempaa systemaattista tehon arviointia kaivataan. Lyhyt sekä pitkäaikainen näyttö mini-implanttikantaisen ylämolaarien intruusiolla tehtävän avopurennan hoidon stabiliteetista on vähäistä ja ortodontit toivovat tutkimuksissaan sekä tapausselostuksissaan laadukkaampaa tutkimusta aiheesta.

Etualueen avopurennan hoitokeinoja on useita, mutta hoidon suunnittelussa ei koskaan tulisi unohtaa etiologisten syiden hoitoa. Tehokkain avopurennan hoitomuoto on sen synnyn ehkäisy, mutta purentapoikkeaman kehittymiseltä ei aina välttyä ja ympäristöstä riippumattomat geneettiset syyt voivat johtaa ortodonttisen hoidon tarpeeseen. Avopurenta on edelleen yksi vaikeimmin hoidettavista purentapoikkeamista, mutta nykyaikaiset luustoankkurimenetelmät ovat hyvä valinta sen hoidolle ja tehokkain vaihtoehto ortognaattiselle kirurgialle.

Lähdeluettelo

1. Proffit WR. Contemporary Orthodontics. 5th ed. St. Louis: Elsevier Mosby; 2013.
2. Shaw WC, Rees G, Dawe M, Charles CR. The influence of dentofacial appearance on the social attractiveness of young adults. *Am J Orthod*. 1985 Jan;87(1):21-6.
3. Kerosuo H, Hausen H, Laine T, Shaw WC. The influence of incisal malocclusion on the social attractiveness of young adults in Finland. *Eur J Orthod*. 1995 Dec;17(6):505-12.
4. Palomares NB, Celeste RK, Miguel JA. Impact of orthosurgical treatment phases on oral health-related quality of life. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2016 Feb;149(2):171-81.
5. Ramos-Jorge J, Motta T, Marques LS, Paiva SM, Ramos-Jorge ML. Association between anterior open bite and impact on quality of life of preschool children. *Braz Oral Res*. 2015;29:46.
6. Koczorowski M, Gedrange T, Koczorowski R. Changes of oral sensibility in subjects with partial anterior open bite and the incorrect position of the tongue. *Ann Anat*. 2012 Mar 20;194(2):220-3.
7. Corrêa EC, Maeda FA, de Miranda ALR, Carvalho PEG, da Silva LH, Torres FC. Masticatory evaluation of anterior open bite malocclusion using the colorimetric capsule method. *Gen Dent*. 2018 Nov-Dec;66(6):56-59.
8. Lopatiene K, Babarskas A. Malocclusion and upper airway obstruction. *Medicina (Kaunas)*. 2002;38(3):277-83.
9. Sherwood K. Correction of skeletal open bite with implant anchored molar/bicuspid intrusion. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2007 Aug;19(3):339-50, vi. Review.
10. Ng J, Major PW, Flores-Mir C. True molar intrusion attained during orthodontic treatment: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006 Dec;130(6):709-14.
11. Joyce T. Implants for Orthodontic Anchorage: Temporary Anchorage Device. In: Bagheri SC. *Current Therapy in Oral and Maxillofacial Surgery*. 1st ed. Elsevier; 2012. p. 146-149.
12. Singh K, Kumar D, Jaiswal RK, Bansal A. Temporary anchorage devices - Mini-implants. *Natl J Maxillofac Surg*. 2010 Jan;1(1):30-4.
13. Kravitz ND, Kusnoto B, Tsay TP, Hohlt WF. The use of temporary anchorage devices for molar intrusion. *J Am Dent Assoc*. 2007 Jan;138(1):56-64.
14. Sowden D, Schmitz JP. AO self-drilling and self-tapping screws in rat calvarial bone: an ultrastructural study of the implant interface. *J Oral Maxillofac Surg*. 2002 Mar;60(3):294-9; discussion 300.
15. Wang YC, Liou EJ. Comparison of the loading behavior of self-drilling and predrilled miniscrews throughout orthodontic loading. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008 Jan;133(1):38-43.
16. Janson G. *Open Bite Malocclusion Treatment and Stability*. 1st ed. Wiley Blackwell; 2014.

17. Trouten JC, Enlow DH, Rabine M, Phelps AE, Swedlow D. Morphologic factors in open bite and deep bite. *Angle Orthod*. 1983 Jul;53(3):192-211.
18. Sirviö K. Imetyksen ja tutin vaikutus suun terveyteen. *Terve Suu*. Updated Jun 2015 10. Available at: https://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p_artikkeli=trv00043. Accessed 24/04/2019.
19. Lopatienė K, Šidlauskas A, Vasiliauskas A, Čečytė L, Švalkauskienė V, Šidlauskas M. Relationship between malocclusion, soft tissue profile, and pharyngeal airways: A cephalometric study. *Medicina (Kaunas)*. 2016;52(5):307-314.
20. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. *Contemporary Orthodontics*. 4th ed. St. Louis (Mo.): Mosby; 2007.
21. Uribe FA, Nanda R. Management of open bite malocclusion. In: Nanda R. *Biomechanics and Esthetic Strategies in Clinical Orthodontics*. 1st ed. St. Louis (Missouri): Elsevier Saunders; 2005.
22. Uribe FA, Nanda R. Efficient mechanics and appliances to correct vertical excess and open bite. In: Nanda R, Kapila S. *Current therapy in orthodontics*. 1st ed. St. Louis, Elsevier Mosby. p. 171–185.
23. Piancino MG, Isola G, Merlo A, Dalessandri D, Debernardi C, Bracco P. Chewing pattern and muscular activation in open bite patients. *J Electromyogr Kinesiol*. 2012 Apr;22(2):273-9.
24. Maron G, Kuhmichel A, Schreiber G. Secondary Treatment of Malocclusion/Malunion Secondary to Condylar Fractures. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2017 Mar;25(1):47-54.
25. Wanjau J, Sethusa MP. Etiology and pathogenesis of anterior open bite: a review. *East Afr Med J*. 2010 Nov;87(11):452-5. Review.
26. Sasaguri K, Ishizaki-Takeuchi R, Kuramae S, Tanaka EM, Sakurai T, Sato S. The temporomandibular joint in a rheumatoid arthritis patient after orthodontic treatment. *Angle Orthod*. 2009 Jul;79(4):804-11.
27. Walton AG, Welbury RR, Thomason JM, Foster HE. Oral health and juvenile idiopathic arthritis: a review. *Rheumatology (Oxford)*. 2000 May;39(5):550-5.
28. Dixon MJ. Treacher Collins syndrome. *J Med Genet*. 1995 Oct;32(10):806-8. Review.
29. Cleidocranial dysplasia. Updated 2019 Apr 16. Available at: <https://ghr.nlm.nih.gov/condition/cleidocranial-dysplasia> Accessed 20/4/2019.
30. Alachioti XS, Dimopoulou E, Vlasakidou A, Athanasiou AE. Amelogenesis imperfecta and anterior open bite: Etiological, classification, clinical and management interrelationships. *J Orthod Sci*. 2014 Jan;3(1):1-6.
31. Alhammadi MS, Halboub E, Fayed MS, Labib A, El-Saaidi C. Global distribution of malocclusion traits: A systematic review. *Dental Press J Orthod*. 2018 Nov-Dec;23(6):40.
32. Kleemola-Kujala Eija, toimitus. Avopurenta (K07.24). *Therapia Odontologica*. Updated 2019 Jan 4. Available at: <https://www.terveysportti.fi/dtk/tod17016/>. Accessed 16/4/2019.
33. Haryett RD, Hansen FC, Davidson PO, Sandilands ML. Chronic thumb-sucking: the psychologic effects and the relative effectiveness of various methods of treatment. *Am J Orthod*. 1967 Aug;53(8):569-85.

34. Pirilä T. Tukkoinen nenä. In: Lääkärin käsikirja. Updated 2018 Oct 26. Available at: <https://www.terveysportti.fi/dtk/ltk/koti>. Accessed 24/04/2019.
35. Behlfelt K. Enlarged tonsils and the effect of tonsillectomy. Characteristics of the dentition and facial skeleton. Posture of the head, hyoid bone and tongue. Mode of breathing. Swed Dent J Suppl. 1990;72:1-35.
36. Alsafadi AS, Alabdullah MM, Saltaji H, Abdo A, Youssef M. Effect of molar intrusion with temporary anchorage devices in patients with anterior open bite: a systematic review. Prog Orthod. 2016;17:9.
37. Littlewood SJ. Retaining corrected skeletal open bites. How can we increase the stability of our results?. Orthod Fr. 2016 Dec;87(4):457-465.
38. Nanda RS, Tosun Y. Correction of Vertical Discrepancies. In: Biomechanics in Orthodontics: Principles and Practice. Quintessence Pub. Co.; 2010. p. 99-124.
39. Gautam P, Valiathan A, Adhikari R. Craniofacial displacement in response to varying headgear forces evaluated biomechanically with finite element analysis. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2009 Apr;135(4):507-15.
40. Reichert I, Figel P, Winchester L. Orthodontic treatment of anterior open bite: a review article--is surgery always necessary? Oral Maxillofac Surg. 2014 Sep;18(3):271-7.
41. Ludwig B, Glasl B, Kinzinger GS, Lietz T, Lisson JA. Anatomical guidelines for miniscrew insertion: Vestibular interradicular sites. J Clin Orthod. 2011 Mar;45(3):165-73.
42. Carano A, Velo S, Leone P, Siciliani G. Clinical applications of the Miniscrew Anchorage System. J Clin Orthod. 2005 Jan;39(1):9-24; quiz 29-30.
43. Wilmes B, Ludwig B, Vasudavan S, Nienkemper M, Drescher D. The T-Zone: Median vs. Paramedian Insertion of Palatal Mini-Implants. J Clin Orthod. 2016 Sep;50(9):543-551.
44. Ludwig B, Glasl B, Bowman SJ, Wilmes B, Kinzinger GS, Lisson JA. Anatomical guidelines for miniscrew insertion: palatal sites. J Clin Orthod. 2011 Aug;45(8):433-41; quiz 467.
45. Kuroda S, Sugawara Y, Deguchi T, Kyung HM, Takano-Yamamoto T. Clinical use of miniscrew implants as orthodontic anchorage: success rates and postoperative discomfort. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2007 Jan;131(1):9-15.
46. Cornelis MA, Scheffler NR, Nyssen-Behets C, De Clerck HJ, Tulloch JF. Patients' and orthodontists' perceptions of miniplates used for temporary skeletal anchorage: a prospective study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2008 Jan;133(1):18-24.
47. Wilmes B, Nienkemper M, Ludwig B, Nanda R, Drescher D. Upper-molar intrusion using anterior palatal anchorage and the Mousetrap appliance. J Clin Orthod. 2013 May;47(5):314-20; quiz 328.
48. Ludwig B, Sebastian B, Bowman SJ. Mini-implants in Orthodontics: Innovative Anchorage Concepts. London. Quintessence; 2008.
49. Kiukkonen AH, EHL. Sanallinen ja kirjallinen kommunikaatio.
50. Seo YJ, Kim SJ, Munkhshur J, Chung KR, Ngan P, Kim SH. Treatment and retention of relapsed anterior open-bite with low tongue posture and tongue-tie: A 10-year follow-up. Korean J Orthod. 2014 Jul;44(4):203-16.

51. Kassem HE, Marzouk ES. Prediction of changes due to mandibular autorotation following miniplate-anchored intrusion of maxillary posterior teeth in open bite cases. *Prog Orthod*. 2018 May 14;19(1):13.
52. Firouz M, Zernik J, Nanda R. Dental and orthopedic effects of high-pull headgear in treatment of Class II, division 1 malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1992 Sep;102(3):197-205.
53. Hart TR, Cousley RR, Fishman LS, Tallents RH. Dentoskeletal changes following mini-implant molar intrusion in anterior open bite patients. *Angle Orthod*. 2015 Nov;85(6):941-8.
54. Kuroda S, Sakai Y, Tamamura N, Deguchi T, Takano-Yamamoto T. Treatment of severe anterior open bite with skeletal anchorage in adults: comparison with orthognathic surgery outcomes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007 Nov;132(5):599-605.
55. Akan S, Kocadereli I, Aktas A, Taşar F. Effects of maxillary molar intrusion with zygomatic anchorage on the stomatognathic system in anterior open bite patients. *Eur J Orthod*. 2013 Feb;35(1):93-102.
56. Erverdi N, Keles A, Nanda R. The use of skeletal anchorage in open bite treatment: a cephalometric evaluation. *Angle Orthod*. 2004 Jun;74(3):381-90.
57. Erverdi N, Usumez S, Solak A, Koldas T. Noncompliance open-bite treatment with zygomatic anchorage. *Angle Orthod*. 2007 Nov;77(6):986-90.
58. Scheffler NR, Proffit WR, Phillips C. Outcomes and stability in patients with anterior open bite and long anterior face height treated with temporary anchorage devices and a maxillary intrusion splint. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2014 Nov;146(5):594-602.
59. Foot R, Dalci O, Gonzales C, Tarraf NE, Darendeliler MA. The short-term skeleto-dental effects of a new spring for the intrusion of maxillary posterior teeth in open bite patients. *Prog Orthod*. 2014 Sep 25;15:56.
60. Hart TR, Cousley RR, Fishman LS, Tallents RH. Dentoskeletal changes following mini-implant molar intrusion in anterior open bite patients. *Angle Orthod*. 2015 Nov;85(6):941-8.
61. Lee HA, Park YC. Treatment and posttreatment changes following intrusion of maxillary posterior teeth with miniscrew implants for open bite correction. *Korean J Orthod*. 2008 Feb;38(1):31-40.
62. Foosiri P, Changsiripun C. Stability of anterior open bite in permanent dentition treated using extraction or non-extraction methods: A systematic review and meta-analysis of each method. *Orthodontic Waves*. 2019 Mar;78(1):1-10.
63. Baek MS, Choi YJ, Yu HS, Lee KJ, Kwak J, Park YC. Long-term stability of anterior open-bite treatment by intrusion of maxillary posterior teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010 Oct;138(4):396.e1-396.e9.
64. Deguchi T, Kurosaka H, Oikawa H, Kuroda S, Takahashi I, Yamashiro T, Takano-Yamamoto T. Comparison of orthodontic treatment outcomes in adults with skeletal open bite between conventional edgewise treatment and implant-anchored orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011 Apr;139(4 Suppl):S60-8.

Liitteet

Kuva 1: <http://www.hugodeclerck.net/Product.html>

Kuva 2: Janson Gdos RP, Valarelli F. Open-Bite Malocclusion: Treatment and Stability. Ames, IA: Wiley Blackwell; 2014. Sivu 26.

Kuva 3: Lv WX, Chen S, Xu TM, Han B. Long-term follow-up and treatment of a patient with severe skeletal open bite using temporary anchorage devices. Niger J Clin Pract. 2018 Dec;21(12):1678-1684.

Kuva 4: Ludwig B, Glasl B, Bowman SJ, Wilmes B, Kinzinger GS, Lisson JA. Anatomical guidelines for miniscrew insertion: palatal sites. Journal of clinical orthodontics : JCO. 2011;45(8):433-41.

Kuva 5: Paccini JV, Cotrim-Ferreira FA, Ferreira FV, Freitas KM, Cançado RH, Valarelli FP. Efficiency of two protocols for maxillary molar intrusion with mini-implants. Dental Press J Orthod. 2016 Jun;21(3):56-66.

Kuvat 6 ja 7: Wilmes B, Nienkemper M, Ludwig B, Nanda R, Drescher D. Upper-molar intrusion using anterior palatal anchorage and the Mousetrap appliance. J Clin Orthod. 2013 May;47(5):314-20; quiz 328.

Kuva 8: Kiukkonen AH, EHL.

Kuva 9: Seo YJ, Kim SJ, Munkhshur J, Chung KR, Ngan P, Kim SH. Treatment and retention of relapsed anterior open-bite with low tongue posture and tongue-tie: A 10-year follow-up. Korean J Orthod. 2014;44(4):203–216.

Taulukko 1: Ylämolaarien intruusion vaikutukset VYP kasvuun ja mandibulan autorotaatioon. Muokattu lähteestä Alsafadi et al. 2016 (37).